Prima Clinica Medica della R. Università di Napoli
diretta dal prof. DE RENZI E.
(Sezione Semiotica e terapia fisica—Prof. G. Boeri)

AZIONE DELLA VIBROTERAPIA
SUL SISTEMA NEUROMUSCOLARE

RICERCHE SPERIMENTALI SULL' UOMO

PEL

Dottor Carmelo Cafiero
Libero docente di patologia medica dimostrativa
e Aiuto ord. della Clinica

(Estratto dalla *Nuova Rivista Clinico-terapeutica*, Anno XIV, n. 7, 1911).

NAPOLI
STABILIMENTO TIPOGRAFICO CAV. N. JOVENE E C.
Piazza Trinità Maggiore, 13.
1911

CAFIERO

22500654574

Prima Clinica Medica della R. Università di Napoli
diretta dal prof. DE RENZI E.
(Sezione Semiotica e terapia fisica—Prof. G. Boeri)

AZIONE DELLA VIBROTERAPIA
SUL SISTEMA NEUROMUSCOLARE

RICERCHE SPERIMENTALI SULL' UOMO

PEL

Dottor Carmelo Cafiero
Libero docente di patologia medica dimostrativa
e Aiuto ord. della Clinica

(Estratto dalla *Nuova Rivista Clinico-terapeutica*, Anno XIV, n. 7, 1911).

NAPOLI
STABILIMENTO TIPOGRAFICO CAV. N. JOVENE E C.
Piazza Trinità Maggiore, 13.
1911

303450
Cyclo-Coll.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	wellcomec
Coll. No.	pam
	WE 500
	1911
	C129

Scopo delle ricerche. — In un periodo di tempo relativamente breve la kinesiterapia ha fatto dei meravigliosi progressi in diverse applicazioni terapeutiche; gli antichi metodi, dirò quasi empirici, man mano si sono perfezionati e sono trionfalmente entrati nel campo scientifico. La cerchia delle conquiste terapeutiche si è andata sempre più allargando, ma ben limitati sono gli studii e gli esperimenti sull'uomo e sugli animali per conoscere e dare una dimostrazione fisiologica dell'azione locale e generale di alcune applicazioni di terapia fisica, mentre sarebbe stato opportuno che si fossero costituiti lavori preparatori per l'indicazione clinica; infatti la vibroterapia fa parte di quelle indicazioni, oggi più in uso, delle quali si ignora in qual modo e con quale meccanismo esercita la sua azione topica e generale.

Allo scopo di dare una dimostrazione scientifica all'azione fisiologica della vibroterapia, mi sono proposto di praticare una serie di ricerche sulle funzioni neuromuscolari in individui sani.

Letteratura della vibroterapia. — La kinesiterapia nel senso più ampio della sua espressione trae la sua origine da tempi molto remoti. Gli antichi popoli orientali consacrarono nella storia un insieme di esercizi che miravano ad avere un'azione curativa.

Il massaggio era in uso circa quattro mila anni fa, presso gli Indiani e i Cinesi, anche gli Egiziani, i Greci ed i Romani ne fecero larghe applicazioni; seguì un periodo di trascuranza, nel quale fu applicato in modo empirico senza indicazione precisa ed il merito di averlo richiamato in onore spetta ad Ambrogio Parè.

La vibroterapia strumentale o sismoterapia, come da altri è chiamata, forma veramente un progresso su quella manuale.

Essa presso i Cinesi veniva, venti secoli fa, usata nelle affezioni del sistema nervoso. Chirac, medico curante del re Luigi XV, constatò che diverse malattie miglioravano dopo la tremolazione prolungata dei lunghi viaggi in diligenza, le quali rappresentavano i mezzi di trasporto del secolo XVIII.

Henry Kellgren fu il primo che indicò quelle forme di manipolazioni che chiamò col nome di tremoloterapia. Seguirono nel 1734 gli apparecchi trepidanti del Saint Pierre.

Nel 1865 per mezzo dello Zander l'energia meccacica si sostituisce alla forza manuale e viene creata la ginnastica medico-meccanica.

In Francia lo Charcot fu il primo che col suo acume indagatore aveva notato il fatto, che il tremore parkinsoniano si mitigava sensibilmente quando gli infermi affetti da paralisis agitans si trovavano a viaggiare in ferrovia.

La costatazione di questo fatto indusse uno dei discepoli dello Charcot, il Jégu, ad ideare una poltrona vibrante sulla quale si sedeva l'ammalato e veniva scosso in modo preciso, simile allo scuotimento che si prova andando in treno rapido. Con questo mezzo scemavano le scosse muscolari e gli ammalati facilmente si addormentavano.

Il Vigoroux nel 1878 allo scopo di far diminuire i dolori folgoranti dei tabetici fece costruire una cassa di risuonanza, nella quale si immettevano gli arti inferiori dei tabetici e poi sulla cassa si faceva vibrare un forte diapason. Con questo metodo egli ottenne dei favorevoli risultamenti.

Questi primi tentativi di creazione di apparecchi indicati specialmente nelle nevropatie indussero altri Autori ad idearne diversi come: il vibratore di Leidbeck di Stocolma, il percussore di Mortiner-Gramville, il concussore di Evver, e quello di Bum, l'elmo vibrante di Gilles de la Tourette, il vibratore elettrico di Garnault, l'apparecchio tremolante di Boschetti e finalmente a Torino il Della Chiara ha ideato un vibratore al quale ha dato il nome di tremogeno. Il Bordet allo scopo di mitigare le nevralgie sopraorbitarie costruì una stecca vibrante. Il Garnault introdusse nella pratica l'ansa vibratoria per il trattamento delle mucose oto-rino-faringee ed un'ansa speciale per il trattamento delle affezioni uterine.

Azione fisiologica. — La vibroterapia esercita un' azione locale ed una generale; con la prima la circolazione diviene più attiva, le regioni stimolate sono maggiormente irrorate di sangue, i vasi si di-

latano specialmente gli arteriosi. Infatti a conferma della migliorata circolazione può invocarsi l'osservazione del Ranke il quale stabilì, che la quantità di sangue nel muscolo tetanizzato aumenta e può persino raddoppiarsi rispetto a quella contenutavi nell'inattività.

Lo Chauveau, sperimentando sul muscolo elevatore del labbro superiore, costatò che la circolazione nel muscolo attivo diveniva quasi cinque volte più vivace che in quello inerte. Gli stimoli sul sistema muscolare possono agire direttamente e indirettamente, i primi cioè i diretti agiscono immediatamente sul tessuto muscolare, i secondi o indiretti agiscono sui nervi motori e tutte le fibre nervose che vanno al muscolo sono eccitate simultaneamente, quindi tutte le fibre muscolari entrano in contrazione; invece quando lo stimolo agisce sullo stesso muscolo, l'eccitamento esplica la sua azione sulla sostanza muscolare e sulle terminazioni nervose intramuscolari.

Per mezzo delle vibrazioni l'attività muscolare aumenta la temperatura, la secrezione degli organi glandolari diviene più attiva, l'assorbimento dei medicamenti applicati su di una data regione è favorita notevolmente anche per lo sfaldamento epidermoidale e per la faciltà di far giungere il medicamento in circolo in modo più rapido.

La forza dinamometrica aumenta, così come avviene in seguito al massaggio; a conferma di ciò sono gli esperimenti di fisiologia i quali hanno dimostrato che se si fa lavorare un muscolo ogni 15 minuti primi in modo da avere altrettanti ergogrammi, il lavoro meccanico compiuto diminuisce rapidamente già al terzo ergogramma, ma se nel periodo di riposo di 15 minuti si esercita un massaggio sull'avambraccio, si può ottenere un effetto utile quadruplo di quello che si aveva precedentemente.

Un' altra azione propria della vibroterapia generale è quella sedativa. La temperatura si abbassa e determina depressione della tensione arteriosa e della eccitabilità neuromuscolare.

L' azione calmante ed analgesica si ottiene quando le onde sono maggiormente rapide, mentre si avrebbero effetti eccitanti quando queste fossero lente.

Indicazione terapeutica. — La prima regola è anzitutto quella della durata dell'applicazione, giacchè come la pratica insegna e i risultati degli esperimenti da me praticati hanno dimostrato, che le applicazioni di breve durata esercitano un' influenza eccitante e tonizzante, al contrario le applicazioni di durata più lunga inducono effetti

ipotonizzanti; sulla sensibilità l'effetto è quasi costantemente deprimente sia con applicazioni di breve durata, sia con quelle protratte.

Le indicazioni maggiori della vibroterapia sono dirette in tutti i disturbi dipendenti dal sistema nervoso: se ne avvantaggiano le nevralgie, le iperestesie, i tremori. La trepidazione può dare effetti favorevoli nella paralisi agitante; come già accennai i parkinsoniani si videro migliorare dopo i viaggi o escursioni in carrozze poco perfezionate, fatto che consigliò lo Charcot di applicare la trepidazione sistematicamente nella cura del morbo di Parkinson e lo Jegù a costruire la poltrona vibrante.

Il Direttore di questa Clinica prof. de Renzi ha voluto praticare molti esperimenti sui parkinsoniani per costatare l'utilità che questi potessero ricavare dalla vibroterapia; ma non ha avuto molto a lodarsi di questo ritrovato da tanti raccomandato.

Anche nei basedowiani il de Renzi ha fatto larga applicazione della vibroterapia senza però vedere dei risultati, i quali potessero dar la precedenza ad altri metodi curativi che d'ordinario si sogliono applicare in Clinica.

Il Peterson, incoraggiato dai successi ottenuti dalle vibrazioni meccaniche e cinetiche nelle malattie mentali e nervose, ha modificato l'apparecchio dello Charcot e si è anche servito della macchina svedese del Liedebech.

L'Autore ha constatato che vibrazioni troppo prolungate possono riuscire dannose, applicate sul capo dopo pochi minuti inducono uno stato piacevole di torpore, di stanchezza e di sonnolenza; una seduta di 10 minuti basta talora per procurare, in casi d'insonnia, un profondo sonno nella notte. Applicata sulla spina dorsale le vibrazioni determinano uno stato di euforia.

Egualmente ha ottenuto risultati ottimi col trattamento vibratorio, come sedativo, in caso di ostinato ronzio negli orecchi.

Nella nevrastenia ed isteria la terapia vibratoria generale e locale riesce efficacissima sia come mezzo sedativo che suggestivo. Fra le nevralgie, quelle facciali si avvantaggiano molto dalla immediata azione sedativa e locale delle vibrazioni prolungate che agiscono sui nervi sensitivi superficiali e profondi; così il Lerat e Gautier fecero costruire un casco vibrante per calmare la cefalea e l'insonnia nella neurastenia.

Le malattie intestinali da cause nervose che spesso si determinano nel decorso di nevrosi generali ed in individui non troppo ec-

citabili, la vibroterapia vanta dei veri successi quale mezzo sedativo. Risultamenti utili si possono ottenere nella coprostasi abituale e all' uopo si sono costruiti apparecchi speciali quali i percuotitori, i vibratori; però è da por mente che bisogna agire in maniera molto blanda e di breve durata per provocare una peristalsi vivace, altrimenti i metodi troppo energici possono cagionare dei danni consistenti in stanchezza e rilasciamento delle tuniche muscolari dell'intestino.

In speciali condizioni le vibrazioni riescono utili sull'addome dei cardiopatici promovendo la decongestione degli organi addominali e regolandone il funzionamento; con questo stesso criterio la vibroterapia è stata proposta nella calcolosi epatica e renale.

Le vibrazioni vengono anche proposte con gran vantaggio in alcune affezioni del rallentato ricambio: esse liberando l'organismo dalla ritenzione di principii tossici ne favoriscono il catabolismo.

Anche le affezioni di alcune malattie delle vie aeree si avvantaggiano delle vibrazioni locali; con queste si facilita la flnidificazione ed espettorazione dei secreti, come nelle pleuriti vien favorito il riassorbimento.

Il Dreyfuss in un caso di dacrioadenite all' angolo esterno della regione orbitaria di destra aveva invano tentato il massaggio ed altre applicazioni medicamentose; allora ricorse al massaggio vibratorio elettrico e vide che il tumore cominciava a diminuire dopo poche applicazioni, e in un lasso di tempo non molto lungo potè constatare l'intera scomparsa del tumore. L'A., pur constatando il successo meraviglioso, non sa se l'effetto devesi esclusivamente attribuire al massaggio vibratorio.

Danni della vibroterapia. — La vibroterapia va applicata con giusto criterio e deve essere disciplinata da speciali indicazioni, in tal caso forma una vera risorsa terapeutica. Non sono infrequenti i danni che le vibrazioni continuate possono determinare. Infatti le osservazioni sulle nevrosi d' occupazioni o professionali hanno dimostrato quanto danno può arrecare lo scuotimento prodotto da macchinario in azione e trasmesso direttamente a tutto l' organismo, come suole avvenire ai macchinisti di ferrovia, agli chauffeur e anche a coloro che son costretti a viaggiare continuamente. Questi d' ordinario sogliono andar soggetti ad accessi d'emicrania, a dolori lombari; anche processi morbosi dell'apparecchio cardio-vascolare e respirarorio, possono destarsi mentre prima erano rimasti in uno stadio di latenza. Il

Löffler ha riscontrato nel personale viaggiante delle ferrovie e in quei che per speciali occupazioni sono costretti a viaggiar molto, svariati disturbi digestivi per gli stimoli continuati che arrivano allo stomaco dallo esterno, *stimoli traumatici*, i quali a volte possono essere indifferenti, altra volta possono facilitare lo stabilirsi di gravi neurosi gastriche. Egualmente d'origine traumatica sogliono essere le alterazioni funzionali e di sito dell'intestino; e non sono infrequenti inoltre gli aggravamenti nei viaggiatori dei disturbi da parte della vescica nei sofferenti di cistite.

Il Riegler, sotto la denominazione di professionelle Maschinen-Krankheit, raggruppa quelle speciali forme di nevrastenia che sogliono riscontrarsi in alcuni macchinisti e fuochisti, i quali risentono maggiormente le scosse che sogliono essere più intense presso le macchine che nei vagoni, i sintomi di questa nevrastenia si rassomigliano molto a quella delle nevrosi traumatiche. E qui è degna di essere segnalata l'osservazione dello Zeithmann, ispettore medico delle ferrovie bavaresi, il quale ha notato che i macchinisti con lavoro limitato andavano soggetti a una morbosità eguale a quella degli altri impiegati; invece i macchinisti con più ore di lavoro erano quelli che ammalavano di più.

I disturbi provenienti dallo scuotimento dei viaggi in ferrovia ha indotto il Verney a studiare ed a proporre dei mezzi pratici nella costruzione delle rotaie e dei vagoni allo scopo di attutire ed eliminare le cause dello scuotimento.

Tecnica delle ricerche. — Per indagare l'azione della vibroterapia sul lavoro muscolare volontario ho adoperato l'ergografo del Mosso; il lavoro utile è stato prodotto col sollevamento di kgr. 3, ed ogni contrazione dei flessori del dito medio si succedeva con un ritmo di 2″ che veniva segnato da un metronomo.

L'ergogramma del quadricipite così detto riflesso è stato studiato col metodo indicato dal prof. Boeri, e che mi esonero dal riportare, perchè esso è ormai ben conosciuto; dirò soltanto, che la contrazione del muscolo è stata provocata col solito metodo di percuotere sul tendine rotuleo col margine ulnare della mano per ottenere il lavoro utile; ogni colpo veniva dato ogni due secondi, mentre il peso da sollevare è stato di kgr. 1. La durata dell'esperienza è stata sempre la stessa e il numero delle eccitazioni è stato egualmente identico.

Per valutare le modificazioni della vibroterapia sulla eccitabilità elettrica dei muscoli, ho usato un apparecchio faradico a slitta disi-

plinato con un apparecchio di congiungimento della fabbrica di Reiniger Gebbert und Schall di Ellangen, alla minugia del carrello dell' ergografo ho sospeso kg. 0,500 invece di kg. 3. I muscoli flessori delle dita erano stimolati ad intervalli eguali di due secondi, adoperando un metronomo intercalato tra l' elettrode che provocava la contrazione e la slitta dell' apparecchio faradico; l' intensità della corrente era determinata dalla contrazione che si otteneva; d'ordinario oscillava da 4 a 5 cm..

L'influenza della vibroterapia sul tono muscolare l'ho esplorata col miotonometro del Mosso che misura la tonicità del tricipite surale.

Nell'espletamento di queste ricerche mi sono attenuto alle norme indicate in esperienze di simil genere, e che trovo superfluo riportare perchè di conoscenza molto nota per chi ha pratica di questi studi.

Ho estese le mie ricerche anche sulla sensibilità, ho voluto cioè costatare sperimentalmente se la vibroterapia inducesse modificazioni apprezzabili sulla sensazione di contatto, di pressione, di temperatura e di dolore. Per l'esame delle diverse sensibilità mi sono avvalso dei mezzi più semplici che la diagnostica possiede.

La percezione tattile è stata esaminata coll'estesiometro del Weber, misurando le distanze liminali in cui le due punte dell' estesiometro erano percepite distintamente e non confuse in un sol contatto.

La sensibilità alla pressione è stata valutata col barestesiometro di Eulemburg; sono partito con una pressione iniziale di 200 gr., la quale veniva aumentata per saggi ripetuti sino al punto che era avvertita la differenza di pressione.

Per l'esame della sensibilità termica ho adoperato due termometri centigradi, che erano immersi in due provette del medesimo calibro ripiene di acqua a diverso grado di calore. In una ho tenuto la temperatura costante di 30 gradi, l'altra è stata portata al grado al quale veniva avvertita nettamente la differenza di temperatura; la distanza dei due termomtri è stata di tre cm.

La sensibilità algesica è stata saggiata con un algometro identico a quello dell'Aly, avendo cura di fissare bene il grado di pressione che era necessario per la percezione dolorosa.

Le sopraddette ricerche venivano praticate prima e dopo la vibroterapia; espletata la ricerca di controllo lasciavo passare da una a due ore di riposo e dopo facevo agire la vibroterapia, però le esperienze dopo dell'applicazione erano praticate immediatamente; ho anche ripetuto in qualche caso le ricerche di 10 minuti in 10 minuti

dopo dell'applicazione per costatare la durata dell'azione della vibroterapia.

Le vibrazioni agivano sulla regione anteriore e media dell'avambraccio per la ricerca dell' ergogramma volontario ed elettrico ; per l' accitabilità così detta riflessa (ergogramma riflesso) le vibrazioni erano dirette lungo il decorso del muscolo quadricipite; per il tono muscolare ho fatto agire le vibrazioni sul polpaccio della gamba.

Le diverse sensibilità venivano esplorate prima e immediatamente dopo della vibroterapia. L'individuo in esame era nella stanza vicina all'apparecchio della vibroterapia, circondato da quella calma e quel silenzio che sono suggeriti in queste osservazioni, per poter pervenire ad un risultato sicuro e per determinare con esattezza la soglia della differenza di percezione.

La sensibilità tattile, di pressione, di temperatura e di dolore erano esplorate nel palmo della mano; di conseguenza l' applicazione della vibroterapia era fatta nell'istessa regione.

La durata dell' applicazione per alcune ricerche è stata breve 3 minuti primi, per altre più lunga 10 minuti primi. Su di uno istesso individuo non si è praticato più di una sola ricerca nella giornata e l'esperienza è stata eseguita sempre sull' arto destro. Ho praticato la vibroterapia con un *tremodo* a disco di 6 cm. di diametro, animato da un motore elettrico che dava 2000 vibrazioni al minuto.

Risultato delle osservazioni. — Non presento tutti i tracciati grafici delle moltissime osservazioni praticate sui diversi individui, perchè non tutti si sono prestati ad una ricerca esatta; però fo notare, che anche quelli che non credo di mostrare hanno dato un risultato costante e consono con quelli di cui più innanzi terrò parola. Di ogni ricerca riporto una grafica, di tutte le altre riporto i risultati in apposite tabelle. Infatti dall' acclusa I tabella si rilevano i risultati di sei esperienze del lavoro ottenuto in chilogrammetri prima e dopo le applicazioni di 3 e 10 minuti di vibroterapia.

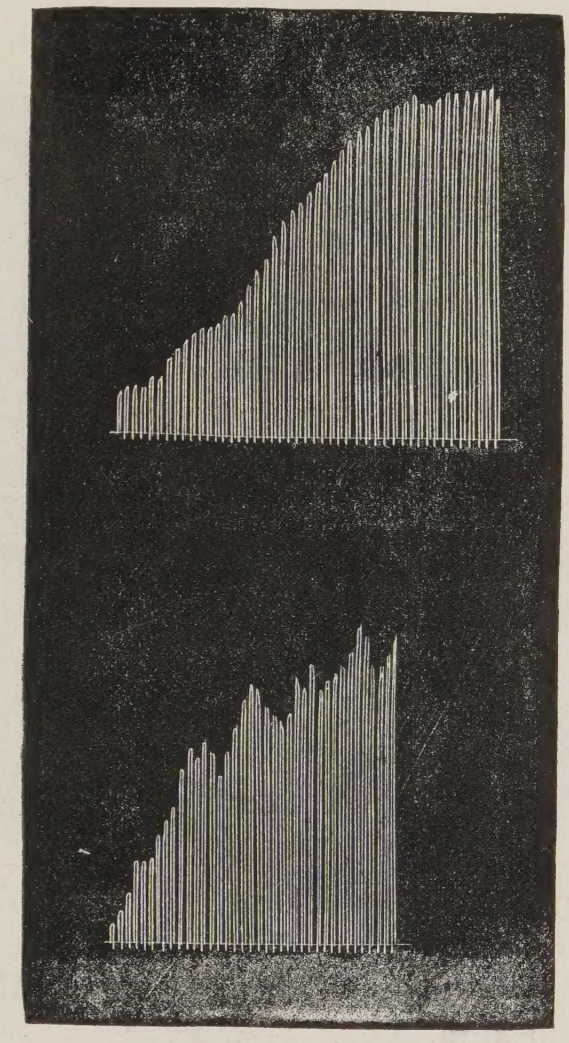
L' ergogramma volontario del flessore delle dita si presenta in tutte le ricerche con una forma caratteristicamente individuale come già fu indicato dal Mosso ; tale fisonomia persiste anche dopo l' applicazione della vibroterapia ; invece ciò che muta è la resistenza al lavoro la quale si accresce dopo un' applicazione di breve durata di vibroterapia (3 minuti). Dalla grafica n. 1 si vede che il lavoro da kgm. 2,49 sale dopo 3 minuti di vibroterapia a kgm. 3,69 ; nel se-

condo esperimento da kgm. 2,52 va a kgm. 3,66; nel terzo esperimento da kgm. 2,49 sale a kgm. 3,68; nel quarto esperimento da kgm. 1,83 a kgm. 2,70; nel quinto esperimento da kgm. 3,66 a kgm. 5,85; nel sesto esperimento da kgm. 4,05 a kgm. 6.

Al contrario dopo 10 minuti di vibroterapia gli ergogrammi volontari del flessore delle dita mostrano gli stessi caratteri di quelli della serie precedente, solo si differenziano per il lavoro che costantemente si vede ridotto; così nella grafica n. 2, mentre prima si aveva un lavoro utile di kgm. 4,71, dopo 10 minuti di vibroterapia il lavoro è disceso a kgm. 3,63; nel secondo esperimento da kgm. 5,91

GRAFICA 1.ª

Ergogrammi volontari del flessore delle dita.



Tracciato inferiore prima della vibroterapia:
Altezza m. 0,83. Peso kgr. 3 = Lavoro kgr. 2,49.
Tracciato superiore dopo 3 m′ di vibroterapia:
Altezza m. 1,23. Peso kgr. 3 = Lavoro kgm. 3,69.

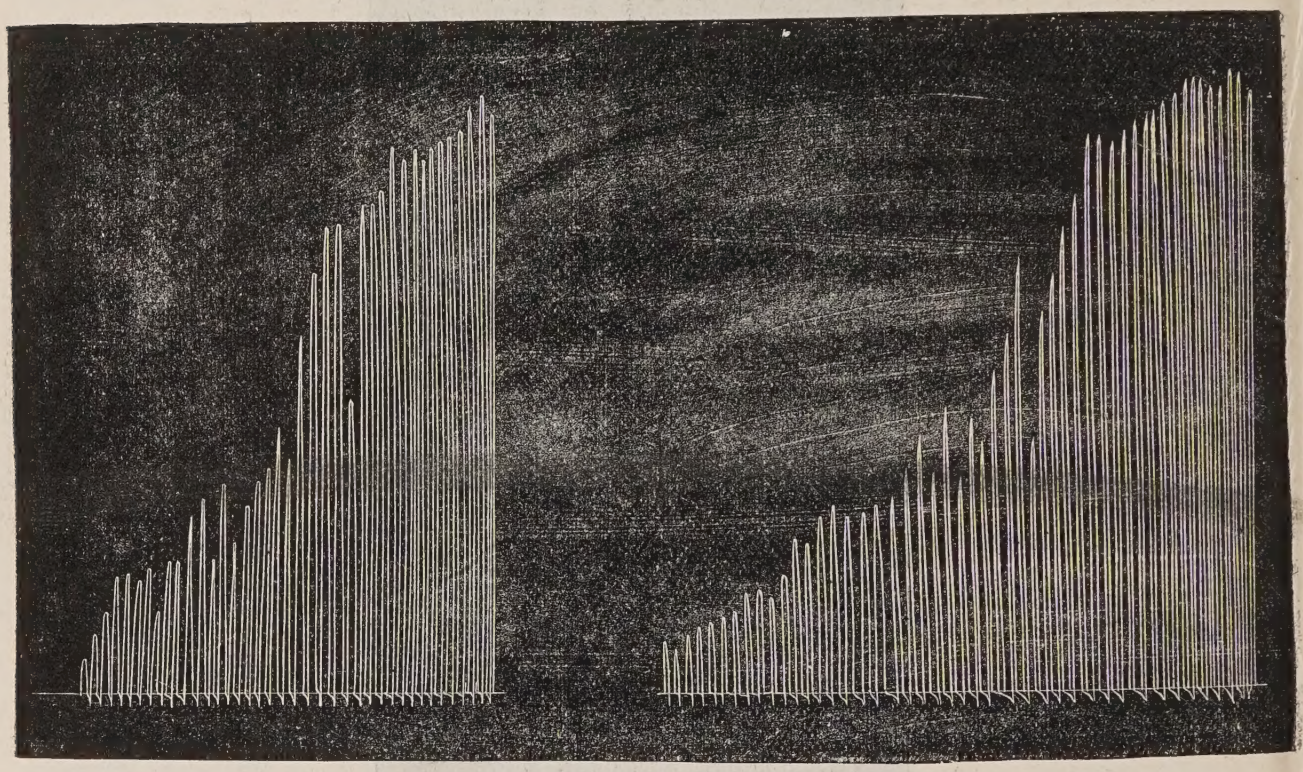
si abbassa a kgm. 3,78; nel terzo esperimento da kgm. 2,04 a 1,08; nel quarto esperimento da kgm. 2,10 a 1,53; nel quinto esperimento da kgm. 2,37 a 1,62; nel sesto esperimento da kgm. 3,30 a 2,70.

Le osservazioni sull'eccitabilità così detta riflessa sono state chiare come si vedrà dai tracciati più dimostrativi che esibisco, e faccio notare che gli esperimenti sono stati numerosi e alcuni ripetuti sull'istesso individuo hanno risposto in modo identico.

I tracciati della curva della fatica del riflesso rotuleo da me raccolti mostrano una fisonomia propria ben determinata come già ha

GRAFICA 2.ª

Ergogrammi volontari del flessore della dita.



Tracciato a destra, prima della vibroterapia. Altezza m. 1,57. Peso kgr. 3 = Lavoro kgm. 4,71.

Tracciato a sinistra dopo 10 m.' di vibroterapia. Altezza m. 1,21. Peso kgr. 3 = Lavoro kgm. 3,63.

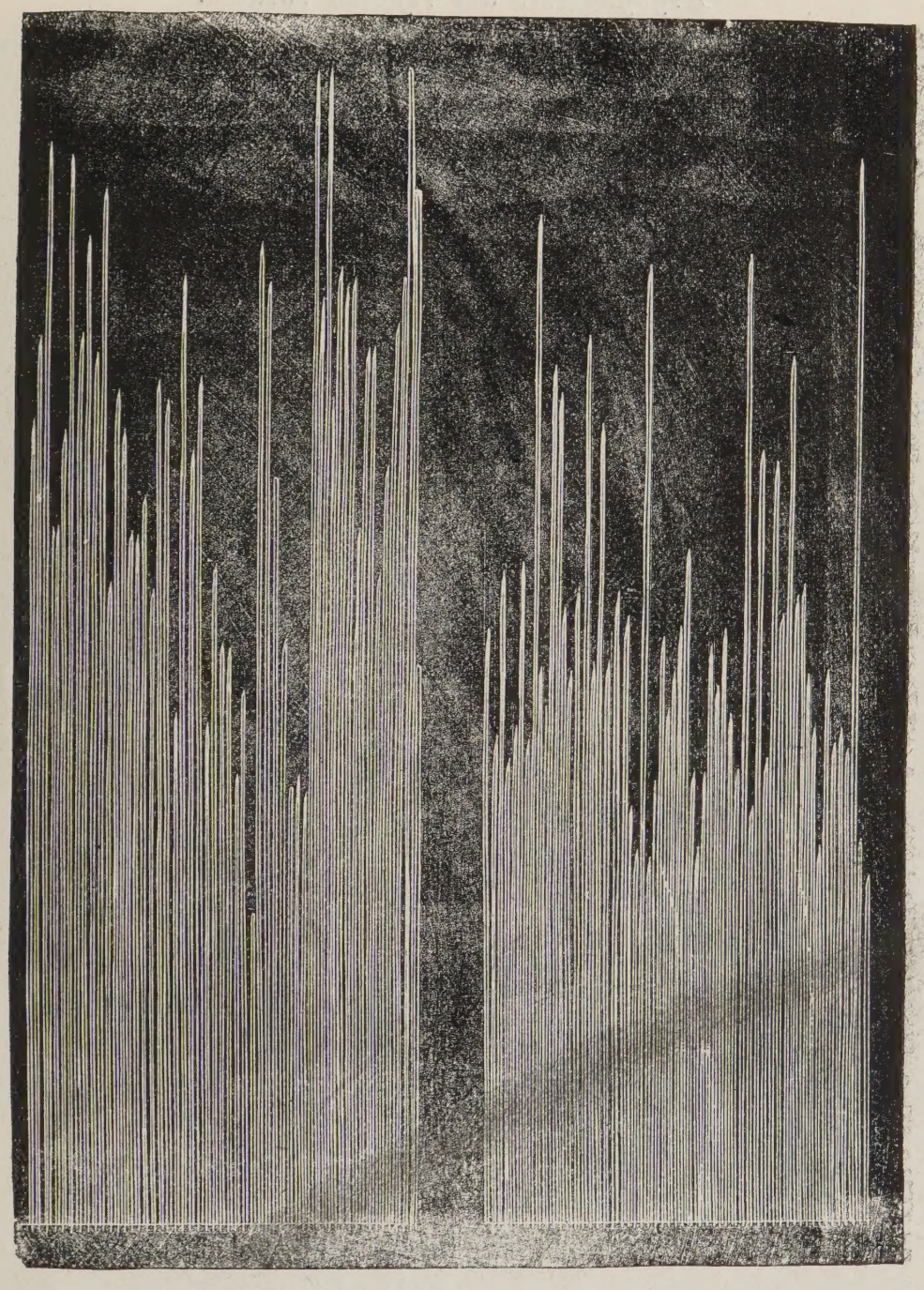
indicato il Boeri. Nei tracciati esibiti come in tutte le altre osservazioni praticate, le contrazioni sono più alte ed il lavoro è aumentato dopo l'applicazione di 3 minuti di vibroterapia. Infatti nella grafica 3 si vede che il lavoro prima dell'applicazione era di kgm. 3,64 dopo l'applicazione di 3 minuti è salita a 4,59. Nel secondo esperimento da kgm. 5,11 sale a kgm. 6,30; nel terzo esperimento da kgm. 1,70 a

kgm. 2,90; nel quarto esperimento da kgm. 1,97 a 2,50 ; nel quinto esperimento da kgm. 4,80 a 8,90; nel sesto esperimento da kgm. 4,41 a 5,33.

Dopo 10 minuti dell'applicazione di vibroterapia succede l' opposto : i tracciati della curva ergografica del cosidetto riflesso si pre-

GRAFICA 3.ª

Ergogrammi del riflesso rotulec.



Tracciato a destra prima della vibroterapia. Altezza m. 3,64. Peso kgr. 1= Lavoro kgm. 3,64.

Tracciato a sinistra dopo 3 m.' di vibroterapia. Altezza m. 4,59. Peso kgr. 1 = Lavoro kgm. 4,59.

sentano immutati nella forma; solo essi sono più bassi e questo abbassamento di curva è dato dalla minore altezza delle verticali e degli avvallamenti mentre alcune contrazioni isolate si mostrano quasi egualmente alte. In tutti i tracciati il lavoro appare diminuito, così nella grafica 4 da kgm. 4,70, dopo 10 minuti di vibroterapia, scende a 3,10;

GRAFICA 4.ª

Ergogrammi del riflesso rotuleo.

Tracciato a destra prima della vibroterapia. Altezza m. 4,70. Peso kgr. 1= Lavoro kgm. 4, 70.

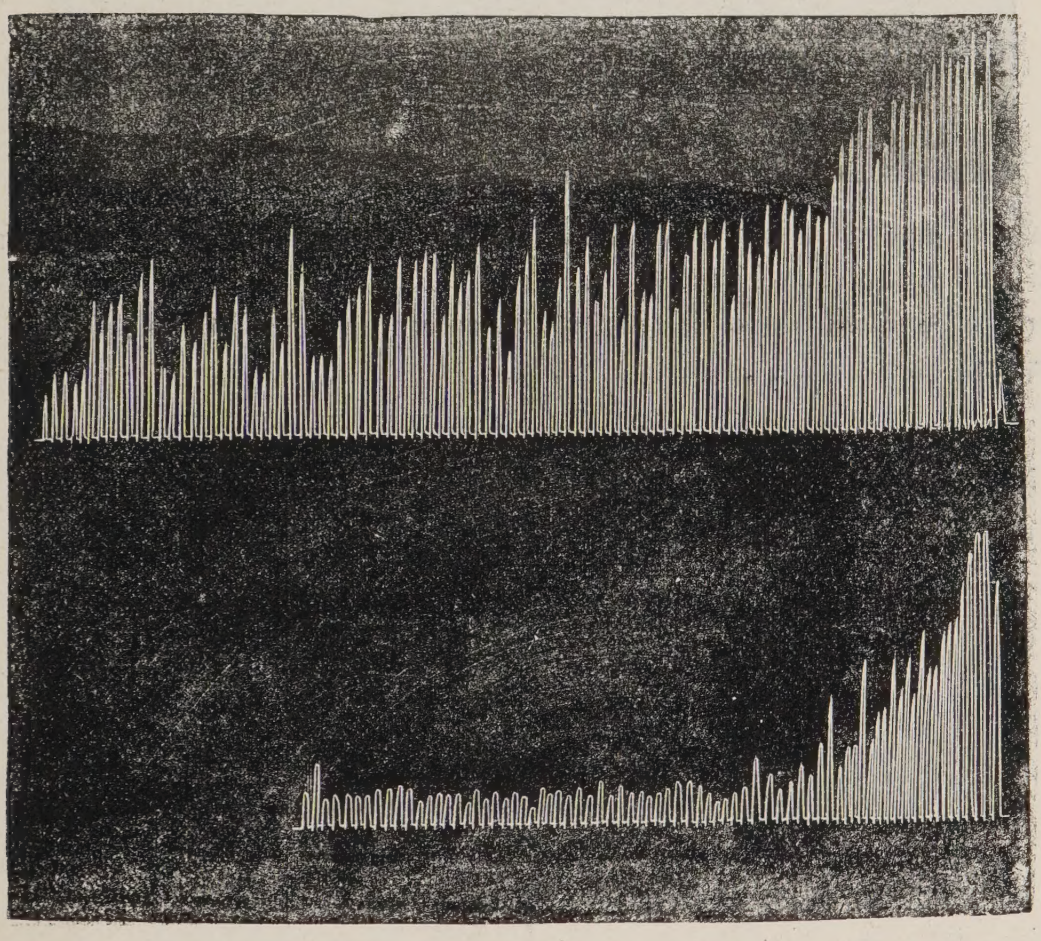
Tracciato a sinistra dopo 10 m.′ di vibroterapia. Altezza m. 3,10. Peso kgr. 1 = Lavoro kgm. 3,10.

nel secondo esperimento da kgm. 3,90 scende a 3,30; nel terzo esperimento da kgm. 8,60 va a 7,40; è da rilevare che in quest' ultima ricerca il peso invece di kgm. 1 è stato portato a kgm. 2 perchè con 1 kgm. si otteneva una contrazione molto alta per lo stato alquanto esagerato del riflesso. Nel quarto esperimento da kgm. 1,80 a 1,10; nel quinto esperimento da kgm. 4,70 a 3,10; nel sesto esperimento da kgm. 3,94 a 2,60.

L'eccitabilità elettrica del muscolo (ergogramma elettrico del flessore delle dita) mostra dopo una breve applicazione di vibroterapia un rinforzo notevole della contrazione e della resistenza al lavoro, così nella grafica 5 si rileva che il lavoro da kgm. 0,205 sale a kgm. 0,70;

GRAFICA 5.ª

Ergogrammi elettrici del flessore delle dita.



Tracciato inferiore prima della vibroterapia. Altezza m. 0,41. Peso grammi 500 = Lavoro kgm. 0,205.

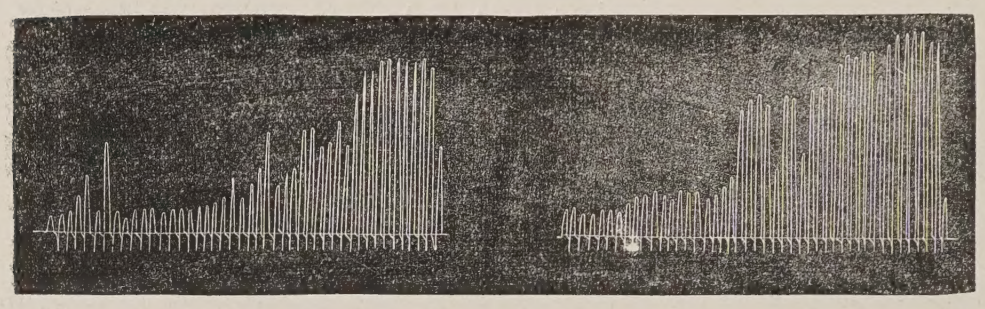
Tracciato superiore dopo 3 m.' di vibroterapia. Altezza m. 0,40. Peso grammi 500 = Lavoro kgm. 0,70.

nel secondo esperimento da kgm. 0,15 a 0,26; nel terzo esperimento 0,16 a 0,24; nel quarto esperimento da kgm. 1,25 a 2,05; nel quinto esperimento da kgm. 1,25 a 1,81; nel sesto esperimento da kgm. 0,56 a 0,67.

Al contrario l'ergogramma elettrico del muscolo (flessore delle dita), dopo l'applicazione di 10 minuti di vibroterapia, dimostra una diminuzione del lavoro; infatti nella grafica 6, mentre prima si ottenevano kgm. 0,19, dopo si sono ottenuti kgm. 0,14. Nel secondo esperimento prima si avevano kgm. 0,285, dopo si scende a kgm. 0,150. Nel terzo esperimento da kgm. 0,190 a 0,140; nel quarto esperimento da 0,950 a 0,640; nel quinto esperimento da 0,350 a 0,275; nel sesto esperimento da kgm. 1,375 a 0,575.

GRAFICA 6.ª

Ergogrammi elettrici del flessore delle dita.



Tracciato a destra prima della vibroterapia. Altezza m. 0,38. Peso grammi 500 = Lavoro kgm. 0,19.

Tracciato a sinistra dopo 10 m.' di vibroterapia. Altezza m. 0,28. Peso grammi 500 = Lavoro kgm. 0,14.

Tabella I.

Applicazioni di Vibroterapia di breve durata (3'). *Applicazioni di Vibroterapia di lunga durata (10').*

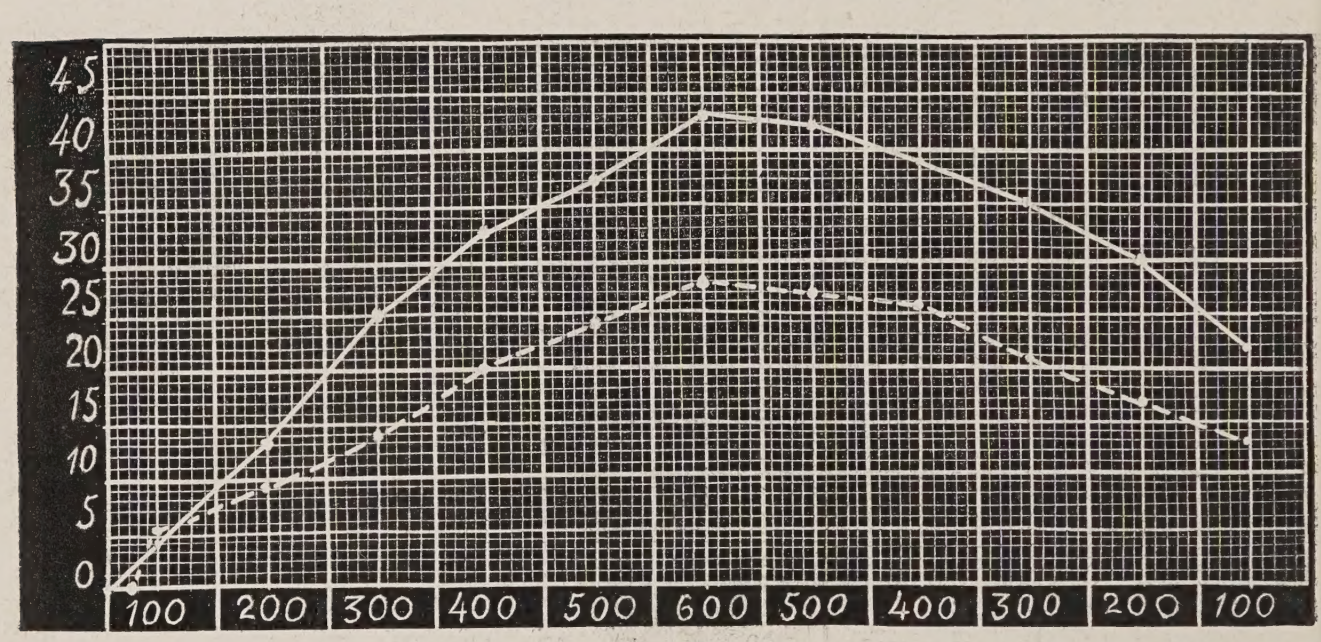
N.° Dell' esperienza	Ergogramma volontario (fless. delle dita)		Ergogramma riflesso del quadricipite		Ergogramma elettrico del fless. delle dita		Ergogramma volontario (fless. delle dita)		Ergogramma riflesso del quadricipite		Ergogramma elettrico del (fless. delle dita)	
	Lavoro Kgm.		Lavoro Kgm.		Lavoro Kgm.		Lavoco Kgm.		Lavoro Kgm.		Lavoro Kgm.	
	Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Dopo	Prima	Dopo
I	2,49	3,69	3,64	4,59	0,205	0,700	4,71	3,63	4,70	3,10	0,19	0,14
I	2,52	3,66	5,11	6,30	0,15	0,26	5,91	3,78	3,90	3,30	0,285	0,150
III	2,49	3,68	1,70	2,90	0,16	0,24	2,04	1,08	8,60	7,40	0,190	0,140
IV	1,83	2,70	1,97	2,50	1,25	2,05	2,10	1,53	1,80	1,10	0,950	0,640
V	3,66	5,85	4,80	8,90	1,25	1,81	2,37	1,62	4,70	3,10	0,350	0,275
VI	4,05	6,00	4,41	5,33	0,56	0,67	3,30	2,70	3,94	2,60	1,375	0,575

Le ricerche sul tono muscolare sono state praticate su molti individui ; io presento i risultati di solo sei.

Le applicazioni brevi di vibroterapia (3') in base agli esperimenti sul tono muscolare producono costantemente un aumento di tonicità, perchè ad eguali pesi il muscolo quadricipite surale si distende meno. Infatti la differenza di distensione del muscolo prima della vibroterapia e subito dopo è nel primo esperimento di 3 mm. (grafica 7); nel secondo di 2,2 mm. ; nel terzo di 4,2 mm. ; nel quarto di 1,4 mm., nel quinto di 2,8 mm. ; nel sesto di 1,6 mm.

GRAFICA 7.ª

Influenza della vibroterapia sul tono muscolare.



——— Tono prima della vibroterapia. Allungamento apparente mm. 43, reale 8,6.

— — — — Tono dopo 3 m.' di vibroterapia. Allungamento apparente mm. 28, reale, 5,6.

Risultato — aumento del tono (— 3).

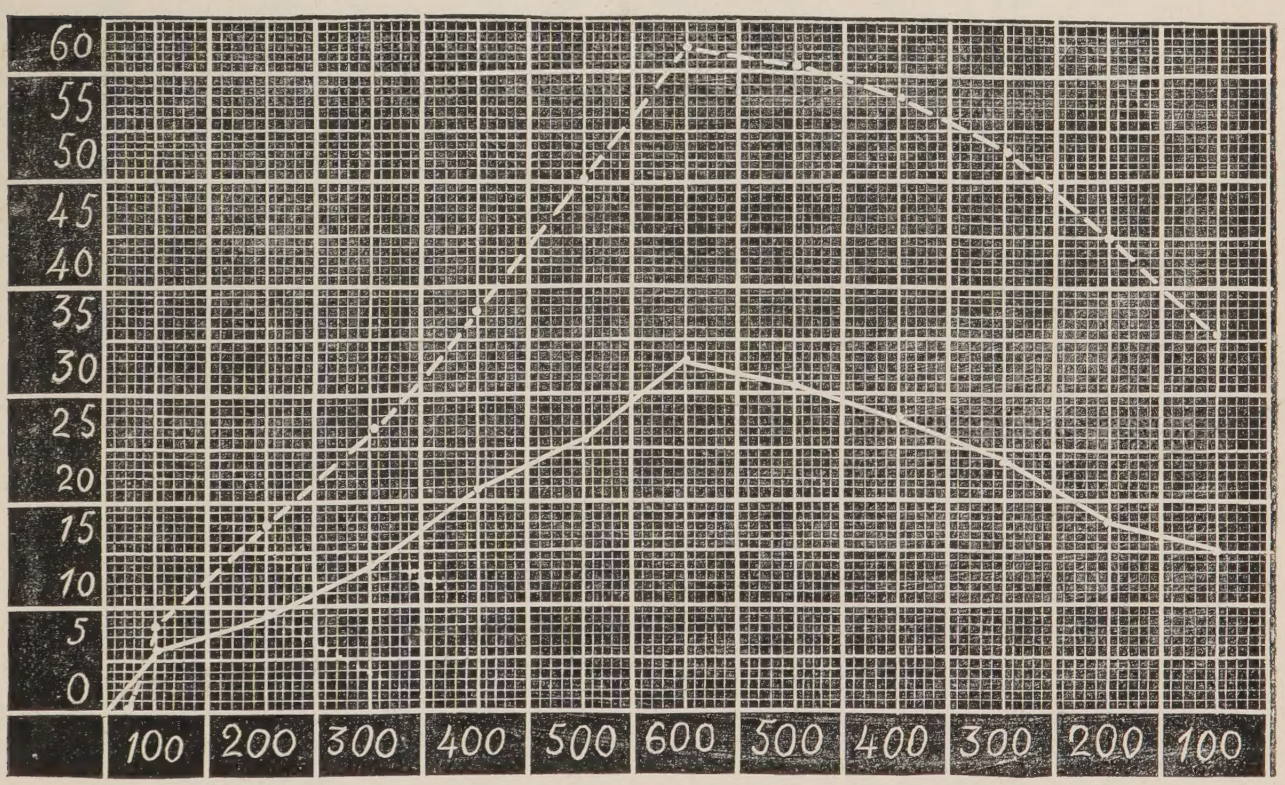
Come si vede da questi risultati, la tonicità muscolare risente di un aumento in seguito alle brevi applicazioni di vibroterapia.

Quale potrà essere la genesi di tale aumento del tono, stante le diverse teorie accampate sul tono muscolare e ognuna confortata da valide prove sperimentali ? Non è molto agevole darne una spiegazione ; l'aumento di tonicità del muscolo avvenuta in seguito ad una manovra meccanica e locale, quale è la vibroterapia, avvalora la teoria, che il tono sia di origine semplicemente muscolare, come sono di

avviso alcuni fisiologi; però qualunque manovra esercitata sui muscoli può produrre un eccitamento sull'innervazione periferica sia cutanea sia inframuscolare, e l'eccitamento si può ripercuotere sui centri nervosi, tanto da lasciar pensare che si possa ritenere, come altri fisiologi pensano, che il tono sia in dipendenza dei centri nervosi. L'effetto della vibroterapia si deve ripercuotere ancora sulla circolazione e sulla nutrizione dei tessuti, in modo che le condizioni migliorate del muscolo dopo una breve applicazione di vibroterapia subiscono un effetto tonizzante.

Le applicazioni di più lunga durata di vibroterapia (10') determinano effetto diametralmente opposto, giacchè la tonicità muscolare si abbassa di molto e la differenza in meno di tonicità in alcuni esperimenti è maggiore di quella che si era ottenuta in più, in seguito ad applicazioni di piccola durata di vibroterapia; infatti nel primo esperimento grafico 8 la differenza è di 6 mm., mentre prima la tonicità

GRAFICA 8.ª



——— Tono prima della vibroterapia. Allungamento apparente mm. 33, reale 6,6.

— — -·- — Tono dopo 10 m.' di vibroterapia. Allungamento apparente mm. 63, reale 12,6.

Risultato — diminuzione del tono (+ 6).

era aumentata di 3. Nel secondo esperimento la tonicità è diminuita di 6,0 mm. mentre prima si era aumentata di 2,2 mm. Nel terzo la diminuzione è stata di 4,6 mm. mentre l'aumento era di 4,2 mm. Nel quarto la differenza è stata di 3,4 mm. mentre l' aumento era di 1,4. Nel quinto esperimento la tonicità si è abbassata di 2 mm. mentre l'aumento era di 2,8. Finalmente nel sesto esperimento la diminuzione è stata di 7,2 mm. mentre l'aumento era di 1,6 mm.

Questa seconda serie di esperimenti dimostra chiaramente che le lunghe applicazioni di vibroterapia hanno un effetto ipotonizzante.

Tabella II.

Durata dell' applicazione 3 m'. *Durata dell' applicazione 10 m'.*

ESPERIENZA	TONICITÀ MUSCOLARE Allungamento reale		Risultato Aumento	TONICITÀ MUSCOLARE Allungamento reale		Risultato Diminuzione
	Prima	Dopo		Prima	Dopo	
I	mm. 8,6	mm. 5,6	mm. 3,0	mm. 6,6	mm. 12,6	mm. 6,0
II	» 10,4	» 8,2	» 2,2	» 6,6	» 12,6	» 6,0
III	» 15,8	» 11,6	» 4,2	» 7,0	» 11,6	» 4,6
IV	» 10,6	» 9,2	» 1,4	» 9,2	» 12,6	» 3,4
V	» 7,8	» 5,0	» 2,8	» 7,6	» 9,6	» 2,0
VI	» 5,4	» 3,8	» 1,6	» 6,8	» 14,0	» 7,2

Le modificazioni più rilevanti della vibroterapia si notano maggiormente sul sensorio, il quale si attutisce, come si può rilevare dalla annessa III tabella. La sensibilità tattile con applicazione di breve durata di vibroterapia si è resa in tutte le ricerche meno squisita, in media si ha una differenza di percezione tra prima e dopo di mm. 2,5 ; dopo le applicazioni più lunghe la percezione tattile diminuisce maggiormente in tutte le osservazioni, in media si attutisce di 3 mm.

Gli effetti della vibroterapia sulla sensibilità barica non sono molto dimostrativi ; di sei esperimenti su quattro detta sensibilità è divenuta meno pronta, su due è rimasta immutata ; invece con le applicazioni più lunghe essa diviene meno squisita in tutte le osservazioni.

La sensibilità termica dopo l' applicazione di 3' di vibroterapia diviene meno pronta, avendosi una differenza tra prima e dopo l'applicazione di 1 grado in tre osservazioni, di 2 gradi in due osservazioni e tre gradi in un'altra, con una media di 1°;66.

Con le applicazioni di 10 m' di vibroterapia si hanno effetti ancora più marcati sulla percezione termica; su sei osservazioni la differenza tra prima e dopo, in due ricerche, è stata di 2 gradi, ed in quattro di 3 gradi, con una media di gradi 2,66.

La sensibilità dolorifica risente maggiormente della influenza della vibroterapia ; essa dopo 3 m' di applicazione si attutisce notevolmente ; infatti la percezione della pressione in grammi, misurata coll'algometro, dà in media un aumento di 66 gr. con applicazioni più lunghe, la modificazione di detta sensibilità si rende ancora più evidente ottenendosi, in queste condizioni, una differenza media della percezione all'algometro di 108 gradi.

Tabella III.

Durata della vibroterapia minuti 3. *Durata della vibroterapia minuti 10.*

Esperimento	Sensibilità tattile distanza in mm. al compasso di Weber		Diff. tra p. e d.	Sensibilità barica al barestesio metro di Eulemburg		Differ. fra p. e d.	Sensibilità termica		Differ. tra p. e d.	Sensibilità dolorifica all'algometro		Differ. tra p. e d.	Sensibilità tattile distanza in mm. al compasso di Weber		Differ. tra p. e d.	Sensibilità barica al barestesio metro di Eulemburg		Differ. tra p. e d.	Sensibilità termica		Differ. tra p. e d.	Sensibilità dolorifica all'algometro		Differ. tra p. e d.
	prima	**dopo**		**prima**	**dopo**		**prima**	**dopo**	gradi	**prima**	**dopo**		**prima**	**dopo**		**prima**	**dopo**		**prima**	**dopo**	gradi	**prima**	**dopo**	
	mm.	mm.	mm.	gr.	gr.	gr.	gradi	gradi		gr.	gr.	gr.	mm	mm	mm.	gr.	gr.	gr.	gradi	gradi		gr.	gr.	gr.
I	10	13	3	200-300	200-350	50	30-32	30-34	2	50	100	50	6	8	2	200-240	200-260	20	30-33	30-35	2	50	100	50
II	4	5	1	200-230	200-260	30	30-33	30-34	1	50	100	50	10	15	5	200-250	200 280	30	30-33	30-35	2	50	150	100
III	6	7	1	200-220	200-250	30	30-32	30-33	1	50	100	50	8	10	2	200-250	200-300	50	30-33	30-36	3	50	150	100
IV	8	10	2	200-250	200-250		30-32	30-33	1	100	200	100	5	8	3	200-250	200-300	50	30-32	30-35	3	50	200	150
V	5	10	5	200-230	200-230		30-33	30-35	2	50	100	50	7	11	4	200-225	200 270	45	30-33	30-36	3	50	100	50
VI	5	8	3	200-240	200-260	20	30-32	30-35	3	50	150	100	6	8	2	200-250	200-300	50	30 32	30 35	3	50	250	200

Conclusioni

Dai risultati rilevati dalle esperienze, posso dedurre le seguenti conclusioni:

I. — Le applicazioni di breve durata di vibroterapia producono una resistenza maggiore al lavoro o aumentano l'eccitabilità volitiva del muscolo (ergogramma volontario). Invece le medesime applicazioni prolungate diminuiscono tale eccitabilità, ottenendosi una stanchezza muscolare e una scemata resistenza alla produzione del lavoro.

II. — La vibroterapia applicata per breve tempo aumenta l'eccitabilità cosiddetta riflessa del muscolo (ergogramma cosiddetto riflesso). All'opposto prolungando l'applicazione, si viene a diminuire l'eccitabilità riflessa.

III. — L'eccitabilità elettrica del muscolo (ergogramma elettrico) aumenta in seguito all'applicazione breve di vibroterapia, diminuisce dopo quelle prolungate.

IV. — Le applicazioni di breve durata di vibroterapia hanno proprietà ipertonizzanti sul tono muscolare (miotonogramma del Mosso); invece con le prolungate diminuisce.

V. — L'azione sia tonica che depressiva della vibroterapia (rispettivamente breve e lunga applicazione) è fugace: essa si estingue dopo 10 a 15 minuti.

VI. — L'applicazione locale della vibroterapia anche per breve tempo attutisce la sensibilità in tutte le sue forme, specialmente quella dolorifica. La detta diminuzione diviene più manifesta ed intensa col prolungarsi dell'applicazione.

VII. — Questi risultati intorno all'azione fisiologica della vibroterapia sono di utile guida per l'applicazione di tale mezzo alla terapia. Dalle mie ricerche si rileva che le applicazioni brevi possono utilizzarsi principalmente a scopo di eccitamento, ma si può trarre maggior vantaggio dall'azione deprimente delle applicazioni prolungate, avendosi così azione sedativa ed analgesica.

Rendo sentite grazie al prof. de Renzi per avermi concesso il permesso di eseguire le presenti ricerche nell'Istituto della Sua Clinica.